

# JOURNÉES DE CONFÉRENCES 2013

## LES ALPES VALAISANNES, TERRE DE RÊVE DES GÉOLOGUES

Jeudi 7 et vendredi 7 novembre 2013, à Sion (Valais)

Aula François - Xavier Bagnoud, Rte du Rawyl 47, 1950 Sion

Organisation :

Le Musée de la nature du Valais

La Murithienne, Société valaisanne des sciences naturelles

Le Musée d'histoire du Valais

Le Valais foisonne de formidables richesses géologiques qui sont à l'origine de nombreux concepts qui ont marqué l'histoire des Sciences de la Terre. Cette situation particulière a ainsi permis le développement tant de la recherche fondamentale, comme par exemple sur le thème de la tectonique des nappes, que celui de la recherche appliquée, comme par exemple sur le thème des dangers naturels. La Murithienne, le Musée de la nature et le Musée d'histoire vous proposent cette année de faire le point sur ces diverses questions.

Le jeudi matin, les spécialistes des Universités de Lausanne, de Genève et de Berne ont fait le point sur la compréhension actuelle de la géologie des Alpes et de leur formation. L'après-midi, la géologie appliquée à l'utilisation du territoire, ainsi qu'à la prévention et à la gestion des dangers naturels ont été présentés et discutés.

Le vendredi matin, l'apport de la géologie à l'archéologie et à la connaissance de l'environnement des habitats préhistoriques sédunois a été présenté, ainsi que l'exploitation du cuivre. L'après-midi, en ville de Sion, trois ateliers ont prolongé les exposés sur le terrain : géologie à Valère, dangers liés à la Sionne et archéologie médiévale.

## JEUDI 7 NOVEMBRE 2013

### GÉOLOGIE ET MORPHOLOGIE

- 8h45** Accueil et modération: Michel Delaloye, La Murithienne
- 9h** Ouverture: Jacques Melly, Conseiller d'Etat
- 9h15** Histoire de la géologie en Valais: deux siècles d'heureuses découvertes. Henri Masson, géologue, Institut des Sciences de la Terre, Université de Lausanne
- 10h** La ligne Rhône-Simplon. Albrecht Steck, géologue, Institut des Sciences de la Terre, Université de Lausanne
- 10h45** PAUSE
- 11h15** Géologie de la région de Sion: toujours à la limite! Mario Sartori, Chargé de cours en Géologie, Université de Genève
- 12h** Tectonique des Alpes. Adrian Pfiffner, géologue, Institut de Géologie, Université de Berne
- 13h** REPAS

### DANGERS NATURELS

Modération: Pierre Kunz, Vice-président de La Murithienne

- 14h30** Introduction: Les géologues apprivoisent la 3D. Olivier Lateltin, géologue, Swiss Topo, Berne
- 14h45** Les sédiments meubles, dits Quaternaires, du Valais. Christian Schlüchter, géologue, Institut de Géologie, Université de Berne
- 15h30** Eboulements et chutes de pierres. Michel Jaboyedoff, géologue, Centre de recherches en environnement terrestre, Université de Lausanne
- 16h15** PAUSE
- 16h45** Cartographie avec photos historiques: un potentiel à exploiter pour l'étude du paysage. Claudio Bozzini, VSL, Bellinzone
- 17h30** Synthèse-discussion: Nicolas Kramar, directeur du Musée de la nature
- 19h00** Soirée, repas à la Cave Tous-Vents, Sion.

## VENDREDI 8 NOVEMBRE 2013

### LA GÉOLOGIE ET L'HOMME

- 8h45** Accueil et modération: Philippe Curdy, Musée d'histoire, Sion
- 9h** Géoarchéologie en Valais: un historique. Alain Benkert, archéologue, bureau ARIA, Sion
- 9h15** Les Loess de la vallée du Rhône. Michel Guélat, géologue, bureau Sediqua, Delémont
- 10h** De la plaine au sommet, du présent au futur, quels sols pour quelles questions? Pascal Boivin, pédologue, HEPIA, Genève
- 10h45** PAUSE
- 11h15** Les plus anciennes mines des Alpes: cristal de roche en Oisans (France). Eric Thirault, Docteur en préhistoire, SARL Paléotime, membre associé UMR 5608 du CVNRS «TRACES»
- 12h** Mines et ressources en cuivre du Valais. Stefan Ansermet, minéralogiste, Musée cantonal de géologie, Lausanne et Musée de la nature, Sion
- 13h** REPAS

### EXCURSIONS ET ATELIERS À CHOIX

- 14h-16h30** Excursions sous forme de 3 ateliers, par groupe, sur inscription
- Valère: géologie par Mario Sartori.
- La Sionne: carte des dangers par Claudine Berthod, hydrogéologue, et Régine Bernard, hydrobiologiste.
- Ville de Sion: archéologie médiévale et géologie par Patrick Elsig, directeur du Musée d'histoire, et Michel Delaloye, géologue.
- 17h** Clôture et apéritif au Musée de la nature, rue des châteaux 12, sion.

## RÉSUMÉS DES CONFÉRENCES

### HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE DU VALAIS : DEUX SIÈCLES D'HEUREUSES DÉCOUVERTES

HENRI MASSON, prof. Institut des Sciences de la Terre, Université de Lausanne

Dès le début du 19<sup>e</sup> siècle, le Valais attira l'attention des milieux scientifiques du monde entier par les importantes découvertes géologiques qui y furent faites. Ces découvertes, souvent inattendues, et qui résultaient de l'observation patiente et minutieuse des montagnes et de leurs roches par les pionniers de l'exploration scientifique des Alpes, exercèrent une influence parfois déterminante sur le cours de la science. Ceci résulte de la combinaison de deux facteurs : les excellentes conditions d'observation, grâce au relief accidenté, et la proximité d'importants centres universitaires en Europe.

La découverte des grandes glaciations, durant la première moitié du 19<sup>e</sup> siècle, illustre parfaitement cette situation. Elle se fit en quatre étapes successives, qu'on peut qualifier de locale, régionale, nationale et finalement internationale, et qui sont symbolisées par quatre hommes : Perraudin, paysan de montagne né à Lourtier en 1767 ; Venetz, ingénieur né à Visperterminen en 1788 ; puis de Charpentier, et enfin Agassiz, qui venaient de plus loin. A chaque étape de cette découverte capitale pour la science, des observations faites en Valais jouèrent un rôle crucial.

A la même époque, les premiers géologues alpins se préoccupent surtout de chercher dans les roches du Valais minéraux et fossiles. Une découverte attire particulièrement

l'attention : celle, par de Charpentier et Lardy en traversant en 1814 le col du Nufenen, de fossiles bien préservés dans des roches dont la minéralogie porte la marque des hautes températures subies pendant la formation des montagnes. L'interprétation correcte donnée par ces auteurs était une première pour l'époque.

Pendant la seconde moitié du 19<sup>e</sup> siècle, l'exploration géologique des Alpes valaisannes se traduit notamment par la très remarquable carte des Alpes Pennines de Gerlach, puis par les travaux suscités par le projet de percement du tunnel du Simplon. Les nombreuses données récoltées grâce à ces recherches fournirent le matériel sur lequel Argand fonda, au début du 20<sup>e</sup> siècle, une synthèse géniale de la tectonique alpine, au retentissement mondial. Dès lors les Alpes valaisannes ne cessèrent d'offrir un terrain particulièrement propice au développement des méthodes modernes destinées à mieux comprendre la genèse des chaînes de montagnes et des océans qui les ont précédées.

### LA LIGNE RHÔNE - SIMPLON<sup>9</sup>

ALBRECHT STECK, prof. honoraire, Institut des Sciences de la Terre, Université de Lausanne

Le col du Simplon, situé à une altitude de 2000 m, est le plus court passage qui relie le Valais à la Lombardie. Cette dépression naturelle doit son existence à l'activité et à l'érosion d'une structure géologique majeure : La Ligne Rhône-Simplon. Il s'agit d'une faille active qui traverse les Alpes pennines, créant la dépression du Chrummbach entre le vieil hospice et le hameau de Gabi. Le col du Simplon a été fréquenté par l'homme depuis la nuit des temps, depuis que nos ancêtres de la préhistoire ont peuplé les Alpes. L'or

<sup>9</sup> Bibliographie

BEART, P. 1956. Geologische Beobachtungen im Grenzgebiet der Lepontinischen und penninischen Alpen. *Eclogae geologicae Helveticae*, 49, 279-290.

DELALOYE, M., GRICHTING, A., MEISSER, N., PFLUG, L., STECK, A. & P. TISSIÈRES 2005. *Simplon : histoire - géologie - minéralogie*. Editeur : Fondation Bernard et Suzanne Tissières, Martigny, Imprimerie Saint-Paul Fribourg.

STECK, A. & J. HUNZIKER 1994. The tertiary structural and thermal evolution of the Central Alps - compressional and extensional structures in an orogenic belt. *Tectonophysics*, 238, 229-254.

de Gondo a été exploité par les Romains. Puis ce sont les Valser qui ont conquis le Haut Valais entre le 10<sup>e</sup> et le 12<sup>e</sup> siècle. Ils ont exploité les célèbres marbres d'Ornavasso («Ort am Wasser»), vendus à l'église catholique pour la construction de dôme de Milan. Au 17<sup>e</sup> siècle les caravanes de mulets du commerçant Kaspar Jodok von Stockalper ont traversé ce col, créant la grande fortune de ce célèbre valaisan. La route du Simplon, construite sur l'ordre de Napoléon «pour faire passer le canon», a été ouverte au trafic le 25 septembre 1805. A cette époque commencent les recherches géologiques systématiques du massif du Simplon par les célèbres géologues Bernhard Studer, Heinrich Gerlach et Eugène Renevier. Puis, lors du percement du tunnel du Simplon, achevé le 24 février 1905, le géologue mandaté des levés géologiques, Hans Schardt, professeur à l'Académie de Neuchâtel, décrit en 1903 les nappes de gneiss du Simplon dans le cœur des Alpes pennines. Il s'agit d'une découverte originale et fondamentale qui va révolutionner la connaissance des chaînes de montagnes comme les Alpes. Au milieu du 20<sup>e</sup> siècle le Grison Peter Bearth, professeur à l'Université de Bâle, lève les 6 cartes géologiques de l'atlas à l'échelle 1:25'000: Zermatt, Monte Moro, Randa, Saas, St. Niklaus et Simplon, créant une base solide pour de futures recherches géologiques. En 1956, Peter Bearth décrit la Ligne tectonique du Simplon comme un accident majeur qui peut être suivi dans la vallée du Chrummbach et le long de la route du Simplon entre le vieil hospice et le hameau de Gabi pour se poursuivre vers le SE par la Furgge, le Passo di Moscera, San Lorenzo dans le Val Bognanco et Crevola d'Ossola et au nord jusqu'à la Nanzlücke. Bearth observe un saut métamorphique entre des roches recristallisées à des températures supérieures à 550°C avec la staurotide à l'est de la faille et des roches à chlorite et chloritoid, cristallisées à des températures inférieure à 300°C à l'ouest de la faille. Dans la deuxième moitié du 20<sup>e</sup> siècle, de nouvelles études géologiques ont permis de découvrir la continuation de la faille à l'ouest de la Nanzlücke. La faille atteint la vallée du Rhône à l'ouest de Viège, passe sous les alluvions fluviales du Rhône par Sion, Martigny et continue

dans la zone de Chamonix entre les massifs du Mont Blanc et des Aiguilles Rouges. La Ligne Rhône-Simplon se marque par un décrochement dextre dans la région de Crevola d'Ossola, puis passe au Simplon à une faille normale d'un pendage de 30° vers l'ouest et devient à nouveau un décrochement dextre dans la vallée du Rhône. Le saut de température supérieur à 150°C de part et d'autre de la faille au col du Simplon permet à Johannes Hunziker (Steck & Hunziker 1994), et en admettant un gradient thermique de 25°C/km déterminé par Frank (1983), de calculer un détachement du compartiment situées dans le toit de la faille supérieur à 12 km. Ce sont les datations radiométriques des âges de refroidissement de minéraux, comme la muscovite, la biotite, le zircon et l'apatite situés de part et d'autre de la faille, obtenus par Johannes Hunziker qui ont permis de connaître l'histoire des mouvements sur la faille du Simplon (Steck & Hunziker 1994). Les mouvements par déformation ductile de la zone de cisaillement dextre du Simplon commençaient il y a environ 34 millions d'années et continuaient par détachement cassant sur la faille Rhône-Simplon depuis 18 millions d'années avec des phases de plus rapide refroidissement du mur de la faille entre 18 et 15, 12 et 10, et depuis 4 millions d'années. Le soulèvement du dôme de gneiss du Lépointin à l'est de la faille est accompagné de l'abaissement de la dépression de la Dent Blanche à l'ouest, créant une structure de «pull-apart» dans la zone de collision et transpression dextre alpine entre les plaques européenne au nord et adriatique au sud.

## GÉOLOGIE DE LA RÉGION DE SION : TOUJOURS À LA LIMITE !

MARIO SARTORI, Section des sciences de la Terre et de l'environnement, Université de Genève

La feuille Sion de l'Atlas géologique de la Suisse a été publiée en 2011. Elle décrit les limites entre les formations rocheuses qui forment notre sous-sol et interprète leurs géométries et leurs provenances.

La région de Sion est sise sur une limite majeure du système alpin : le contact entre les domaines tectoniques helvétique et pennique. Cette structure n'est plus active, mais elle a permis de juxtaposer des roches très variées qui illustrent plus de 500 millions d'années d'histoire de la Terre. Certaines ont été formées à proximité du pôle Sud, d'autres en zone tropicale.

Actuellement, la région de Sion constitue une limite de plaque diffuse qui sépare des domaines alpins couplés à la plaque européenne et d'autres couplés à la microplaque adriatique. Cette situation engendre des failles et des séismes : les limites sont parfois dangereuses !

## TECTONIQUE DES ALPES

ADRIAN PFIFFNER, prof. émérite, Institut de Géologie, Université de Berne

Les Alpes sont issues d'une collision entre deux continents, l'Europe et l'Adria qui eut lieu au cours des derniers 40 millions d'années. Des bassins marins s'étendaient entre les deux continents dans lesquels se déposaient des calcaires, marnes, grès et autres sédiments. Le soubassement des bassins marins disparaissait en profondeur lors de la collision, alors que les sédiments déposés dans ces milieux marins forment maintenant les hautes Alpes calcaires au nord du Rhône et les versants au sud du Rhône.

La zone de contact entre les deux continents a subi une déformation intense au cours de la collision. Il en résulte des plis et des chevauchements qui témoignent d'un raccourcissement horizontal important : les calcaires rencontrés sur les cols du Sanetsch et Rawyl et les gneiss formant le sommet du Cervin étaient autrefois distants de plusieurs centaines de kilomètres. Le raccourcissement horizontal dans la zone de contact

a augmenté l'épaisseur de la croûte continentale de 30 à 60 km. L'accrochage des deux continents se manifeste par un embouteillage des différents niveaux de la croûte des deux marges continentales. Ces mouvements sont toujours actifs et se manifestent par des soulèvements verticaux et des tremblements de terre. La région de Sion se soulève 1.7 mm chaque année ce qui représente la valeur la plus haute dans les Alpes suisses. Cette région enregistre en plus de nombreux séismes ; par conséquent le Valais est une des zones critiques de la Suisse concernant le risque sismique.

## LOCKERGESTEINE IM WALLIS

CHRISTIAN SCHLÜCHTER, prof. émérite, Institut de Géologie, Université de Berne

Die Lockergesteine im Wallis sind aus zwei Gründen speziell: (1) sie sind sichtbar mächtiger als in vielen anderen Regionen der Alpen, auch abgesehen von der grossen Mächtigkeit im Unterwalliser-Haupttal, und (2) sie sind fast ausschliesslich im Zusammenhang mit den eiszeitlichen Gletschervorstössen zu sehen. Diese genetische Nähe zum Gletscher ist in vielen Aufschlüssen in beeindruckender Art und Weise sichtbar (das wird auch das Hauptthema meines Vortrages sein). - Lockergesteine spielen in der Ingenieurgeologie eine zentrale Rolle und dazu sind im Wallis ebenfalls wichtige Zusammenhänge sichtbar. Der weitaus grösste Teil des Felsuntergrundes sind Gesteine verschiedener Metamorphosegrade. Viele Eigenschaften der Lockergesteine, wie Korngrössenzusammensetzung und Schereigenschaften, sind direkt auf die Art des eiszeitlichen «Zerfalls» der metamorphen Gesteine zurückzuführen. Viele der Walliser Lockergesteine werden als typische Beispiele für die Illustration des Zusammenhangs zwischen Art der Felsunterlage und Eigenschaften der Lockergesteine betrachtet.

## ÉBOULEMENTS ET CHUTES DE PIERRES

MICHEL JABOYEDOFF, prof. Centre de recherches en environnement terrestre, Université de Lausanne

Les reliefs sont condamnés à se détruire de façon permanente par des processus d'érosion. Les éboulements et chutes de blocs peuvent y contribuer significativement plus l'altitude et le relief sont importants. Cela va du caillou qui tombe d'une falaise à l'écroulement d'un pan de montagne qui peut amener à ce que l'on appelle une avalanche rocheuse (Frank Slide par exemple, Alberta, Canada) que la Suisse et le Valais en particulier ont connu par le passé (Derborence, Sierre, le Six des Eaux froides). La littérature s'est aussi emparée de ce fait, notamment au travers de deux ouvrages de C.-F. Ramuz. Certaines zones sont plus susceptibles que d'autres aux chutes de blocs et éboulements. Cela dépend essentiellement du type de roche, du relief, de la fracturation des roches et d'autres facteurs qui influent sur ces éléments.

Les chutes de blocs dans les milieux alpins sont très fréquentes. Elles induisent des risques qu'il est souvent difficile de quantifier, néanmoins une approche systématique permet de les évaluer. Des récents développements permettent de mieux apprécier les fréquences d'événements, et les modélisations de trajectoire de quantifier les probabilités d'atteinte d'objets à risques.

La mobilisation de volumes importants est plus rare que celle de volumes plus faibles. Quant à la propagation, il existe une différence entre des chutes de blocs et les volumes de plusieurs centaines de milliers de m<sup>3</sup>, car ces derniers ont tendance à se fragmenter fortement et à se propager d'autant plus loin que le volume est important. Cela provoque des distances de propagations de plusieurs kilomètres (14 km pour Sierre), mais cela nécessite une rupture unique de tout le volume impliqué comme ce fut le cas à Elm (Glaris, Suisse), où une avalanche rocheuse fit 115 morts en 1881. Le récent

et gros éboulement valaisan de Randa (1991) ne s'est pas propagé sur une longue distance selon cette règle, car il s'est produit en plusieurs «petits» volumes successifs.

L'étude de la stabilité des versants permet souvent d'identifier et de surveiller les instabilités importantes qui sont en mouvement. Néanmoins, pour les chutes de blocs, il n'est parfois pas possible de tout prévoir...

## CARTOGRAPHIE AVEC PHOTOS HISTORIQUES: UN POTENTIEL À EXPLOITER POUR L'ÉTUDE DU PAYSAGE

CLAUDIO BOZZINI, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Bellinzona

Depuis sa découverte au début du 19<sup>e</sup> siècle, la photographie a de plus en plus fréquemment été utilisée pour la documentation du paysage et de son développement. L'achat en 1935 du premier avion pour la réalisation de photographies aériennes stéréo a définitivement ouvert l'ère de l'aérophotogrammétrie moderne.

Ces progrès techniques ont fortement réduit l'utilisation des photographies terrestres, difficiles à géoréférencer, pour l'étude de l'évolution du paysage. Une tendance regrettable, dans la mesure où ce matériel précisément offre de nombreux avantages: disponibilité élevée des anciennes photographies, dont certaines sont bien antérieures aux photographies aériennes; bonne résolution et grande richesse de détails du paysage; interprétabilité plus aisée et plus intuitive grâce à un angle de vue auquel l'oeil humain est habitué.

L'extension de la capacité de traitement des ordinateurs et le perfectionnement des modèles altimétriques numériques (MAN) ainsi que des systèmes d'information géographiques

(SIG) ont ouvert de nouvelles perspectives pour l'exploitation des photographiques terrestres obliques, également en tant que photogrammes individuels non référencés. En 2009, nous avons lancé à l'Institut fédéral de recherches WSL un projet pour le développement d'un nouveau logiciel, afin d'offrir la possibilité de géoréférencer, et donc de faire de la cartographie, d'anciennes photographies individuelles.

Les applications de cette technologie sont nombreuses. Elle permet par exemple de reconstituer plus facilement et plus précisément que jusqu'ici les retraits des glaciers sur la base d'anciennes photos et cartes postales. Ces vieux clichés sont également susceptibles de jouer un rôle important dans la prévention des catastrophes naturelles. En documentant des glissements de terrain et des avalanches, ils fournissent des indications sur les zones dangereuses.

## LES LOESS DE LA VALLÉE DU RHÔNE

MICHEL GUÉLAT, géologue, SEDIQUA Géosciences, Creux de la Terre II, CH-2800 Delémont. [info@sediqa.ch](mailto:info@sediqa.ch)

Les loess sont des dépôts limoneux d'origine éolienne qui se forment en environnement aride chaud ou froid. En Suisse, ce sont essentiellement des loess périglaciaires qui sont préservés au nord du pays, au pourtour des zones atteintes par les deux dernières glaciations. Dans les vallées alpines, ces dépôts éoliens apparaissent plus sporadiquement et n'ont fait l'objet que de très peu de publications. Régulièrement identifiés en Valais dans les fouilles archéologiques, ils sont souvent scellés par les couches d'occupation préhistoriques du Mésolithique ou du Néolithique (9000-2000 ans avant J.-C.), mais leur datation n'a jamais pu être réalisée. Des travaux récents alliant plusieurs chercheurs<sup>10</sup> ont permis de combler cette lacune grâce à des techniques sédimentologiques et des

datations par luminescence. Ces analyses ont été réalisées à partir de coupes dégagées sur collines (Bex-Sous Vent, Sion-Tourbillon) et sur l'adret valaisan (Sion-Gravelone). Les résultats obtenus permettent de préciser les conditions de mise en place et l'âge des loess en domaine alpin, dans la vallée du Rhône.

## SOLS ET GÉOLOGIE EN VALAIS : INTERACTIONS ET QUESTIONS POUR LE FUTUR

PASCAL BOIVIN, prof. Groupe sols et substrats, HEPIA, Genève

Les sols valaisans sont marqués par le milieu naturel, si particulier. La géologie sur laquelle ils se forment varie très rapidement et présente une immense diversité. Les sols y sont souvent jeunes et sans cesse rafraîchis, tantôt par l'érosion, tantôt par l'alluvionnement, souvent aussi par l'action de l'homme. La topographie est évidemment accidentée. Les rares zones de plaine sont soumises à de fortes pressions de plusieurs ordres. La principale est la minéralisation due aux constructions (bâtiments, routes). Puis les sols sont accrochés à de fortes pentes ce qui les fragilise. En retour, les pentes fragilisées peuvent poser problème, dans le cadre des activités qui y ont lieu, et dans le cadre de la prévention des dangers naturels.

De la plaine aux sommets, cette présentation esquisse les rendez-vous que les sols prennent avec leur territoire et ses habitants, pour les décennies à venir. Un large registre de questions peut ainsi être parcouru : pollution des sols mais aussi dépollution et protection des eaux par les sols, sécurité alimentaire régionale et locale, pression de l'urbanisation et opportunités de cohabitation entre urbanisme et sols vivants, érosion et enjeux agricoles à venir, gestion des dangers naturels.

<sup>10</sup> Datations IRSL effectuées par Frank Preusser, Département de géographie physique et géologie du Quaternaire, Université de Stockholm.



## EXPLOITATION PRÉHISTORIQUE DU CUIVRE ET DU CRISTAL DE ROCHE DANS LES ALPES FRANÇAISES

ERIC THIRAULT, Dr. en Préhistoire, SARL Paléotime

Dans les Alpes occidentales, la métallurgie du cuivre ne se développe que tardivement par rapport à d'autres régions: ce n'est qu'au début de l'Age du bronze, au II<sup>e</sup> millénaire avant J.-C., que le mobilier de bronze devient fréquent. C'est aussi à cette période que se mettent en place deux importants centres d'extraction de minerais de cuivre, en France: Saint-Véran (département des Hautes-Alpes), avec des travaux souterrains pour extraire le cuivre natif et la bornite, et le massif des Rousses (Isère et Savoie, F), qui comprend de nombreux chantiers d'extraction pour la chalcopryrite. Ces deux centres présentent des différences notables, mais ont comme point commun de se situer à haute altitude, dans des milieux hostiles à la vie pérenne. Il s'agit d'entreprises organisées, à grande échelle, qui sont en place durant plusieurs siècles.

Mais les découvertes de cette dernière décennie dans les Alpes françaises permettent d'affirmer que l'industrie minière débute bien avant l'Age du bronze. En effet, les prospections et les sondages menés en Oisans (Isère et Hautes-Alpes) ont permis de découvrir des dizaines de sites d'extraction de cristal de roche, ou quartz hyalin. Ces cristallières sont réparties de 1200 à plus de 2800 m d'altitude. Certains travaux sont réalisés à la poudre, mais la plupart des excavations sont taillées au feu, signe d'une ancienneté certaine. Au moins trois de ces sites sont néolithiques, et les dates disponibles s'échelonnent de la fin du VI<sup>e</sup> à la fin du III<sup>e</sup> millénaire avant J.-C. Avec les ateliers du massif du Viso en Piémont, dédiés à la production de lames de hache en pierre polie de jade, les cristallières de l'Oisans témoignent du caractère organisé de la recherche de matériaux de qualité, dès le début du

Néolithique et dans des régions difficiles d'accès. Il semble donc que les reliefs alpins n'aient pas constitué un obstacle insurmontable pour les hommes préhistoriques.

## MINES ET RESSOURCES EN CUIVRE DU VALAIS

STEFAN ANSERMET, Musée cantonal de géologie de Lausanne et Musée de la Nature du Valais

Du point de vue des ressources en minerai de cuivre, le Valais est de très loin le mieux pourvu de Suisse. En effet, à l'exception de quelques gîtes dans les Grisons, Glaris ou le Tessin, la plupart des gisements de ce précieux métal sont tous situés dans les vallées latérales méridionales du sillon rhodanien. Du point de vue géologique, les indices cuprifères les plus importants sont clairement liés au domaine Pennique, en particulier au socle cristallin de Siviez -Mischabel (SM), ainsi que dans une moindre mesure à la nappe de la Dent-Blanche. Sporadiquement, quelques gîtes potentiellement intéressants apparaissent également dans les quartzites ou les dolomies de différentes nappes penniques (Pontis, Zone Houillère). Par contre, le nord de la vallée du Rhône, le Bas-Valais à partir de St Maurice et le Chablais sont pratiquement dénués de cuivre.

### Les mines et indices

Dans la région centrée sur le val d'Anniviers, débordant à l'Est sur le val Tourtemagne, et à l'Ouest sur le val d'Hérens, on peut parler de véritable district minier cuprifère. Dans le seul Anniviers, on dénombre 23 mines et indices de cuivre, dont les principaux sont Baicolliou et Tsirouc (Grimentz); La Barma, Les Moulins, Gosan, Termino, Fusette, et Barneuza (St Luc); Bourrimonts, Lapine Rousse, Schonec, et La Lé (Ayer). En Hérens, les plus importants gîtes sont situés à Suen (St Martin), Maison-Vieille (Praz-Jean) et à Satarma (Arolla).



Vers le Haut-Valais, le socle de Siviez-Mischabel ne montre plus qu'une seule mine de cuivre, celle du Nanztal. Redécouverte il y a quelques années seulement, cette exploitation attestée à l'époque médiévale est actuellement en cours d'études.

En direction du val de Nendaz, de nombreux petits indices ou mines ponctuent régulièrement le socle SM, en particulier dans la région de Siviez et Le Fou (Isérables), du col des Mines (Verbier), et de Bruson, pour s'éteindre en direction de l'Entremont. Signalons cependant dans cette dernière vallée et la Combe de l'A, un certain nombre de affleurements cuprifères dans les quartzites ou les dolomies (de la Zone Houillère) qui ont pu présenter un intérêt pour la production locale de cuivre. Parmi ceux-ci, les méthodes d'exploitation de la modeste minéralisation du Six Blanc (Liddes) semblent montrer une origine préindustrielle.

### Les minerais

Les minerais valaisans sont caractérisés dans la plupart des gisements par la prédominance de sulfures complexes, de type «cuivre gris». Ces minéraux de cuivre contiennent des proportions significatives d'arsenic et d'antimoine, ainsi que de nombreuses autres substances connexes, comme le zinc, l'argent, le plomb, le bismuth et le mercure. La variété de cuivre gris riche en bismuth porte d'ailleurs le nom international «d'annivite», en référence à sa découverte initiale et son abondance particulière dans le val d'Anniviers.

Ces minerais sont plus complexes à traiter que les carbonates, les oxydes ou les sulfures de cuivre, mais l'extraction est attestée pour des époques préhistoriques dans d'autres aires géographiques que le Valais. Cependant, la présence dans ces cuivres gris des autres éléments chimiques énumérés ci-dessus offre l'opportunité d'en détecter les traces résiduelles dans les objets archéologiques, et de pouvoir éventuellement établir une signature caractéristique. Le travail sur les isotopes stables de plomb,

notamment, bénéficie de la présence systématique de ce métal dans les cuivres gris valaisans.

On trouve également en Valais un certain nombre de gîtes à minerai constitué de sulfures simples, de type chalcoppyrite ou bornite. Bien que le processus d'extraction soit long et gourmand en combustible, le cuivre de ces sulfures est relativement facile à extraire au moyen d'une technologie simple. C'est très probablement ce type de minerai qui a attiré tout d'abord les premiers métallurgistes dans les Alpes valaisannes. Les principaux gîtes à sulfures simples répertoriés sont le Waschsee (Chandolin); Barneuza (St Luc); Tsirouc, La Lé et Schonec (Ayer); Le Marais et Moiry (Grimentz); Satarma et Suen (val d'Hérens).

### La recherche

La recherche dans les archives, les collections anciennes, la cartographie, la prospection intensive de terrain et la reconnaissance des ressources de ce métal en Valais a été entreprise systématiquement depuis plus d'une vingtaine d'années, particulièrement au Musée de Géologie de Lausanne, qui conserve à ce jour la collection la plus complète de minerais cuprifères en Suisse. Ce corpus a d'ailleurs déjà été utilisé pour des études d'archéométrie sur les isotopes stables, afin de les comparer avec des objets archéologiques alpins. La rédaction et la parution en 2012 d'un livre consacré à la minéralogie et l'histoire minière des vals d'Anniviers et Tourtemagne a de plus permis d'enrichir de manière très appréciable le nombre d'échantillons analysés et d'étendre encore la palette des provenances.

Le Valais étant caractérisé par l'abondance de son mobilier archéologique en bronze ou en cuivre, la connaissance précise des lieux d'extraction possible revêt un intérêt certain pour l'histoire de l'exploitation des ressources locales.